

# PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR I BERBASIS *SPREADSHEET* DENGAN PENDEKATAN ANALITIK DAN NUMERIK

Ahmad Fauzi, Y Radiyono  
Program Studi Pendidikan Fisika PMIPA FKIP UNS  
[fauziuns@gmail.com](mailto:fauziuns@gmail.com)

## ABSTRAK

Salah satu penyebab rendahnya pemahaman konsep fisika adalah banyaknya konsep fisika yang abstrak sehingga sulit dipahami mahasiswa. Pemodelan gejala fisika secara matematis semakin mempersulit mahasiswa untuk memahami makna fisis dari fenomena yang sesungguhnya terjadi. Salah satu kendala yang dihadapi mahasiswa dalam memahami pemodelan gejala fisika secara matematis adalah sulitnya memahami hubungan antar variabel dalam persamaan matematis tersebut dan kesulitan untuk memvisualisasikan hubungan antar variabel dalam persamaan tersebut dalam suatu grafik.

Tujuan penelitian ini adalah (1) menghasilkan bahan ajar fisika dasar I berbasis *Spreadsheet* dengan menggunakan pendekatan analitik dan numerik yang sesuai untuk mahasiswa semester I (2) mengetahui kontribusi penggunaan bahan ajar fisika dasar I berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik terhadap pemahaman konsep fisika mahasiswa dan (3) mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pengaruh antara pembelajaran fisikadasar I dengan penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik dan pembelajaran fisika dasar I tanpa penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik terhadap peningkatan pemahaman konsep mahasiswa.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (R and D) yang meliputi tahap (1) studi pendahuluan dan (2) pengembangan bahan ajar dan (3) pengujian produk akhir. Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan PMIPA FKIP UNS. Pada tahap pengembangan bahan ajar, penelitian dilakukan terhadap mahasiswa semester III sedangkan pada tahap pengujian produk akhir, penelitian dilakukan terhadap mahasiswa semester I. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi, tes, wawancara dan angket.

Hasil uji coba dengan prinsip *One on One* menunjukkan skor gain 0,64 yang tergolong sedang, hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan skor gain 0,43. Gain diperoleh pada uji coba yang lebih luas adalah 0,66 yang tergolong sedang. Berdasarkan hasil analisis uji t disimpulkan bahwa terdapat perbedaan prestasi belajar (pemahaman konsep) antara kelompok yang diajar dengan bahan ajar fisika dengan aplikasi *Spreadsheet* dengan pendekatan analitik dan numerik dan kelompok mahasiswa yang diajar tanpa penggunaan bahan ajar fisika dengan aplikasi *Spreadsheet* dengan pendekatan analitik dan numerik.

Kata Kunci: Bahan Ajar, *Spreadsheet*, pendekatan analitik dan numerik

## Pendahuluan

Fisika sebagai produk sains terbentuk berdasarkan serangkaian pengamatan dari hukum-hukum alam yang disajikan dalam suatu persamaan matematis. Pemodelan gejala fisika secara matematis ini dapat menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa untuk memahami makna fisis dari fenomena alam yang sesungguhnya terjadi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mc

Dermott dan Redish (1999) yang menyatakan bahwa banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengkonstruksi suatu persamaan matematis dari suatu keadaan yang dinyatakan dengan kalimat. Menurut Mc Dermott dan Redish (1999) kesulitan lain yang dialami mahasiswa dalam memahami konsep fisika adalah kesulitan untuk menafsirkan suatu grafik.

Seiring dengan semakin kompleksnya materi yang dipelajari maka semakin rumit persamaan matematisnya sehingga mahasiswa dituntut menguasai metode-metode tertentu untuk memecahkan masalah tersebut. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah fisika yaitu metode analitik, namun seiring semakin kompleksnya permasalahan yang harus dipecahkan maka diperlukan metode numerik tertentu agar masalah matematis tersebut dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan.

Mahasiswa sejak tingkat awal dituntut untuk mampu memahami konsep fisika berdasarkan persamaan matematik dari yang sederhana sampai dengan persamaan yang rumit dengan metode analitik, namun metode analitik tidak selalu dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah fisika sehingga dibutuhkan metode numerik untuk menyelesaikannya. Namun sayangnya metode numerik tidak diajarkan sejak semester awal perkuliahan bahkan untuk kurikulum program pendidikan fisika tidak ada mata kuliah metode numerik sehingga perlu dicari jalan keluarnya. Salah satu jalan keluar yang mungkin dilakukan adalah pengenalan analisis numerik sejak awal (sejak mahasiswa masuk semester 1) dengan menggunakan alat bantu komputer yang tidak membutuhkan kemampuan pemrograman tertentu seperti *Spreadsheet Excel*.

### Tinjauan Pustaka

Fisika adalah ilmu yang mengkaji interaksi antara energi dan materi yang menjadi dasar bagi ilmu pengetahuan alam dan teknologi. Dalam pembelajaran fisika di perguruan tinggi, mahasiswa diharapkan tidak hanya menguasai konsep-konsep fisika secara teori tetapi juga harus mampu menggunakan metode ilmiah untuk membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori tersebut. Pada kenyataannya berdasarkan hasil beberapa penelitian tentang persepsi siswa/mahasiswa terhadap fisika disimpulkan bahwa fisika sering dianggap

sebagai ilmu yang sulit. Pada dua dekade terakhir ini banyak penelitian dibidang pendidikan yang telah dilakukan untuk mengetahui pemahaman dan kesulitan yang dialami mahasiswa untuk memahami konsep fisika.

Menurut Broadstock dkk.(2000) mahasiswa yang mengikuti kuliah fisika dasar mengalami kesulitan dalam memahami konsep mekanika terutama dalam konsep gerak, energi, hukum kekekalan energi dan momentum. Hal ini menunjukkan adanya suatu hambatan yang dialami mahasiswa dalam belajar, sebab energi dan momentum adalah konsep pokok dalam ilmu fisika, dan sangat berguna untuk memahami berbagai gejala lainnya. Sebagai contoh, kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep energi dan momentum biasanya akan menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis interaksi selama terjadi tumbukan, selain itu mahasiswa juga sering memiliki masalah ketika harus memutuskan kapan dan bagaimana caranya menggunakan hukum kekekalan energi dan momentum dalam menganalisis suatu soal.

Perkembangan teknologi komunikasi dan informasi (ICT) telah merangsang perubahan dalam pengajaran ilmu fisika dari pendidikan tingkat dasar sampai pendidikan tinggi. ICT kini menjadi suatu media penting untuk proses belajar mengajar ilmu pengetahuan. Park dkk. (2005) menyelidiki pendapat empat puluh guru fisika di sekolah menengah di Korea tentang eksperimen fisika *inquiry* berbasis komputer dengan menggunakan aplikasi *Excel* berbasis *Visual Basic for Application* (VBA). Berdasarkan penelitian tersebut disimpulkan bahwa guru tidak mengalami kesulitan dalam membimbing siswa melaksanakan eksperimen *inquiry* fisika berbasis komputer dan metode ini juga sangat membantu dalam meningkatkan daya tarik siswa dalam mengikuti pelajaran. Lebih dari 70% guru menyatakan bahwa mereka memperoleh pengetahuan baru tentang pemakaian praktikum berbasis komputer sedangkan siswa terlihat sangat antusias dalam mengontrol peralatan dengan

komputer sehingga data yang sangat akurat. Lebih dari 80% siswa berpendapat bahwa praktikum berbasis komputer sangat membantu mereka dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika.

Menurut Doak dkk.(2005) animasi komputer dapat menjadi alat pengajaran yang sangat berguna jika dibuat semenarik mungkin, sehingga siswa dengan senang dapat memasukkan data dan melihat tampilan animasinya tanpa mengabaikan konsep fisika dan matematikanya. *Spreadsheet* merupakan sebuah aplikasi pengolah angka yang mampu mempercepat dan mempermudah dalam menganalisis, mengatur, menafsirkan maupun memaparkan data-data. *Spreadsheet* jugadapat memenuhi tujuan pembuatan animasi karena dalam mengoperasikan *Spreadsheet* dibutuhkan pemahaman disetiap langkahnya. Pada tahun 2002-2003, Pyper mengembangkan dan mengevaluasi materi kuliah berbasis *Spreadsheet* di BYU-Idaho dan Universitas Utah. Materi kuliah yang dikembangkan adalah praktikum fisika dasar dengan menggunakan *Spreadsheet Excel* untuk meningkatkan perhatian dan kesenangan mahasiswa terhadap materi yang diberikan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan praktikum dengan *Spreadsheet* berhasil meningkatkan perhatian dan kesenangan mahasiswa terhadap materi yang dipelajari.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa peran komputer sangat penting dalam menunjang keberhasilan suatu proses pembelajaran. Salah satu kemampuan komputer yang menyebabkan komputer mempunyai peran penting dalam proses pembelajaran adalah kemampuan animasi, sehingga suatu konsep yang abstrak dapat dibuat menjadi lebih kongkret dan tampilannya dapat dibuat menjadi sangat menarik. Mengacu pada penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa adanya kemampuan animasi komputer dapat meningkatkan ketertarikan dan pemahaman konsep fisika sehingga animasi perlu dibuat semenarik mungkin. Namun untuk mahasiswa yang telah memiliki kemampuan abstraksi yang lebih

tinggi dari pada siswa sekolah menengah tentu tidak perlu animasi yang dibuat semenarik mungkin. Mahasiswa dengan kemampuan abstraksi yang lebih tinggi ini tentu lebih cocok diajar dengan teknik simulasi dan visualisasi dari pada animasi (Rustad, 2004). Hal ini cukup beralasan karena di perguruan tinggi mahasiswa dituntut untuk memahami konsep-konsep fisika berdasarkan persamaan matematisnya.

Benacka (2007) membuat tiga contoh pemodelan numerik dengan *Spreadsheet* untuk sekolah menengah atas pada mata pelajaran fisika dan biologi dengan topik gerak jatuh bebas di udara, populasi hewan dan osilasi teredam. Metode numerik yang dipakai adalah metode numerik yang paling sederhana yaitu metode Euler dan perbedaan berhingga. Lingard (2003) menyusun serangkaian materi pelajaran fisika yang melibatkan umpan balik dalam fisika yang biasanya secara matematis dinyatakan dalam persamaan differensial dimana laju perubahan suatu besaran merupakan fungsi besaran tersebut. Hubungan sebab akibat yang disebabkan rangkaian umpan balik yang tampak dalam model *Spreadsheet* dapat digunakan untuk membantu siswa memahami situasi umpan balik tanpa harus belajar persamaan differensial.

Berdasarkan hasil kajian-kajian tersebut disimpulkan bahwa pemrograman komputer merupakan bagian penting dari pembelajaran fisika karena pemrograman memegang peranan penting dalam fisika teoritis maupun eksperimen. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pemahaman fisika mahasiswa juga meningkat. Pemodelan fisika dengan metode numerik dengan *Spreadsheet Excel* merupakan salah satu cara yang dapat dipakai untuk mengajarkan konsep fisika sehingga siswa dapat memahami hubungan antar parameter dalam konsep tersebut tanpa harus memahami persamaan matematis yang tinggi.

## Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (R and D). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model yang dikembangkan oleh Syaodih Sukmadinata (2007: 182). Model ini meliputi 3 tahap pengembangan yaitu studi pendahuluan, pengembangan bahan ajar dan pengujian akhir produk. Tahap studi pendahuluan terdiri atas: studi pustaka, survei lapangan dan penyusunan produk awal. Sedangkan untuk tahap pengembangan meliputi uji coba terbatas dan uji coba yang lebih luas. Uji coba terbatas dengan prinsip *One on One*, uji coba terbatas dengan kelompok kecil yang dilakukan pada 6 mahasiswa, sedangkan untuk uji coba lebih luas dilakukan pada semua mahasiswa semester III program Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sebelas. Untuk pengujian produk akhir dilakukan dengan cara eksperimen (mahasiswa Fisika semester I kelas B terpilih menjadi kelas eksperimen sedangkan mahasiswa Biologi semester I kelas B terpilih menjadi kelas kontrol).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan observasi, tes, wawancara dan angket. Data-data dari observasi, wawancara dan angket diolah menggunakan teknik deskriptif kualitatif sedangkan tes diolah dengan menggunakan gain ternormalisasi dengan persamaan gain ternormalisasi Hake berikut:

$$<g> = \frac{<S_f> - <S_i>}{1 - <S_i>}$$

dengan:

g = gain  
S<sub>f</sub> = nilai rata-rata kelas akhir  
S<sub>i</sub> = nilai rata-rata kelas mula-mula

Keputusan uji:

1. g dikategorikan tinggi jika  $(<g>) \geq 0.7$ ;

2. g dikategorikan sedang jika  $0.7 > (<g>) \geq 0.3$ ;
3. g dikategorikan rendah jika  $(<g>) < 0.3$ . (Hake, 1998)

Untuk pengujian akhir produk, digunakan uji t untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pengaruh pembelajaran fisika dasar I dengan penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik dan pembelajaran fisika dasar I tanpa penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika mahasiswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan ajar yang dihasilkan berupa buku ajar. Buku ajar yang dihasilkan terdiri atas tiga bab. Bab I berisi tentang tutorial *Spreadsheet Excel*, bab II berisi tentang pengantar solusi persoalan fisika secara analitik dan numerik, bab III berisi tentang gerak. Tiap awal bab dalam buku ajar diuraikan tentang standar kompetensi, kompetensi dasar dan tujuan instruksional yang diharapkan dikuasai mahasiswa setelah mempelajari buku ajar kemudian dilanjutkan dengan bagian pengantar yang berisi uraian ringkasan materi yang akan dipelajari. Selanjutnya diuraikan tentang analisis suatu topik berdasarkan pendekatan analitik kemudian dilanjutkan analisis berdasarkan pendekatan numerik. Setelah itu mahasiswa diajak untuk memahami lebih lanjut materi yang dipelajari dengan mengimplementasikan solusi persoalan baik secara analitik maupun numerik dalam *Spreadsheet Excel* dengan bantuan tutorial tiap topiknya. Pada akhir setiap bab disajikan kesimpulan dan evaluasi tentang bab yang bersangkutan sedangkan pada bagian akhir buku disajikan evaluasi secara menyeluruh diikuti refleksi.

Berdasarkan hasil uji coba terbatas dengan prinsip *One on One* dapat disimpulkan bahwas etelah mempelajari bahan ajar terdapat peningkatan prestasi

belajar dengan gain 0,64. Berdasarkan hasil coba dengan kelompok kecil disimpulkan bahwasetelah mempelajari bahan ajar terdapat peningkatan prestasi belajar dengan gain 0,43. Berdasarkan hasil coba dengan hasil uji coba lebih luas disimpulkan bahwasakor gain rata-rata yang diperoleh adalah 0,66. Berdasarkan hasil observasi kinerja mahasiswa disimpulkan bahwa kinerja mahasiswa

semakin meningkat. Meningkatnya kinerja mahasiswa dalam mempelajari bahan ajar ini disebabkan karena mahasiswa semakin terbiasa menggunakan bantuan program *Spreadsheet Excel* dalam memahami suatu topik tertentu. Tanggapan mahasiswa terhadap bahan ajar diuraikan selengkapnya dalam tabel berikut.

Tabel 1 Angket Tanggapan Mahasiswa Terhadap Bahan Ajar

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	R (%)	TS (%)	STS (%)
1	Bahan ajar ini dapat dipergunakan sebagai sumber referensi belajar	33	77			
2	Isi bahan ajar bermanfaat dalam studi saya	9	91			
3	Isi materi bahan ajar cukup lengkap	68	18	14		
4	Tampilan isi bahan ajar menarik dan interaktif	23	59	18		
5	Instruksi dalam bahan ajar secara umum cukup membantu dalam menyusun data <i>Spreadsheet Excel</i> dan membuat grafik	5	86	5	5	
6	Dalam menggunakan bahan ajar dosen tetap dibutuhkan	45	55			
7	Adanya tutorial <i>Microsof Excel</i> sangat membantu mempelajari bahan ajar	14	86			
8	Kata dan bahasa yang dipakai dalam bahan ajar dapat dibaca secara jelas	64	18	18		
9	Kata dan bahasa yang dipakai dalam bahan ajar dapat dipahami	45	50	5		
10	Grafik dapat membantu meningkatkan pemahaman suatu konsep fisika	5	91	5		
11	Adanya data-data dapat membantu dalam memahami grafik dan mempermudah memahami materi bahan ajar	9	86	5		
12	Adanya pengantar tentang analisis numerik sangat membantu dalam memahami analisis numerik selanjutnya.	77	23			
13	Bahan ajar ini cukup mudah dipelajari	32	64	5		
14	Setelah menggunakan bahan ajar ini kemampuan pemahaman saya untuk memahami grafik semakin meningkat	77	23			
15	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang konsep turunan/limit semakin meningkat	41	50	9		
16	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang persamaan differensial semakin meningkat	32	50	18		
17	Penggunaan metode numerik semakin memperkuat pemahaman matematika saya karena dengan metode numerik suatu persamaan matematika yang rumit dapat dibuat lebih sederhana	59	36	5		
18	Penggunaan pendekatan analitik dan numerik dengan bantuan <i>Spreadsheet Excel</i> sangat membantu dalam memahami suatu persamaan fisika	14	50	32	5	
19	Saya sangat senang menggunakan bahan ajar ini	14	71	14		
20	Saya tidak merasa bosan dalam menggunakan bahan ajar ini		67	29	4	

Berdasarkan table 1 dapat disimpulkan bahwa secara umum mahasiswa menganggap bahwa buku ajar

yang disusun masuk dalam kategori baik. Berdasarkan hasil analisis angket tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan

pendekatan analitik dan numerik dengan bantuan *Spreadsheet Excel* sangat membantu dalam memahami suatu persamaan fisika. Hal tersebut diperkuat dengan komentar mahasiswa yang ditulis pada kolom komentar dan saran dalam angket.

Berdasarkan hasil analisis uji t disimpulkan bahwa terdapat perbedaan prestasi belajar (pemahaman konsep) antara kelompok yang diajar dengan bahan ajar fisika dengan aplikasi *Spreadsheet* dengan pendekatan analitik dan numerik dan kelompok mahasiswa yang diajar tanpa penggunaan bahan ajar fisika dengan aplikasi *Spreadsheet* dengan pendekatan analitik dan numeric. Berdasarkan hasil dari langkah-langkah pengembangan tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah menghasilkan buku ajar Fisika dengan aplikasi *Spreadsheet Excel* yang dapat dinyatakan layak dan memiliki keunggulan dalam praktek.

### Penutup

Berdasarkan hasil analisis uji coba bahan ajar dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika dengan aplikasi *Spreadsheet* menggunakan pendekatan analitik dan numerik yang dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika adalah bahan ajar yang dapat merangsang mahasiswa untuk memecahkan suatu persoalan fisika menggunakan bantuan *Spreadsheet*, sehingga dapat membantu mahasiswa membangun suatu pemahaman mendalam dari suatu konsep yang sulit dan abstrak, namun tetap melibatkan mahasiswa secara aktif untuk membuat dan menguji dugaan tentang data dan mengembangkan alasan mereka tentang konsep yang dipelajari.

Berdasarkan uji produk akhir yang dilakukan disimpulkan bahwa Penggunaan bahan ajar fisika dasar I berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik berkontribusi positif terhadap pemahaman konsep fisika mahasiswa. Berdasarkan hasil uji produk akhir disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara pembelajaran fisika dasar

I dengan penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik dan pembelajaran fisika dasar I tanpa penggunaan bahan ajar berbasis *Spreadsheet* dengan penggunaan pendekatan analitik dan numerik terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika mahasiswa.

### Daftar Pustaka

- Benacka, J. (2005). *Spreadsheet Numerical Modeling in Secondary School Physics and Biology*. <http://epublications.bond.edu.au/ejsie/> (25 Maret 2008).
- Broadstock, M. George, E dan Vazquez, J. (2000). *Learning Energy, Momentum, and Conservation Concept with Komputer Support in a Graduate Physics Laboratory*. University of Montreal. [http://userpages.wittenberg.edu/eg\\_eorge/NARST2001paper.pdf](http://userpages.wittenberg.edu/eg_eorge/NARST2001paper.pdf) (23 Maret 2008).
- Doak, R.B. Carter, J.MC. Green, M. Duerden, S. Evan, D. Roedel, R dan Wiliam, P. (2005). *Animated Spreadsheets as a Teaching Resource on the Freshman Level*. [http://cob.jmu.edu/kruckse/research/K\\_RUCKSHEETZ\\_SpreadsheetAccTheory.pdf](http://cob.jmu.edu/kruckse/research/K_RUCKSHEETZ_SpreadsheetAccTheory.pdf) (15 Februari 2008).
- Hake. (1998). *Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, American Journal of Physics. 66: 64-74.
- Lingard, M. (2003). *Using Spreadsheet Modeling to Teach About Feedback in Physics*. Physics Education 38. [www.iop.org/journals/physed](http://www.iop.org/journals/physed) (27 Maret 2008).
- Mc Dermot dan Redish. (1999). *American Journal of Physics*. 67: 758.
- Park, S.T. Lee, H. Jeong, K.J dan Yuk, K.C. 2005. *Physics Inquiry Experiments Using Komputer Interface Based Excel VBA*. <http://www.formatex.org/micte2005>. (15 Februari 2008).
- Pyper, A.B. 2003. *Evaluating the Impact of the Use of Spreadsheet in the Introductory Physics Laboratory on*

- Student Engagement and Enjoyment*. Disertasi.: Utah State University. <http://emp.byui.edu/PYPERB/papers%20and%20presentations/BAPdissertation.pdf> (23 Maret 2008).
- Rustad, S. 2004. *Memfaatkan Spreadsheet untuk Memperkuat Konsep Pelayanan Gelombang*. Jurnal Pendidikan Fisika. UNNES.
- Syaodih, N. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.